

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра динамического моделирования и биомедицинской инженерии

**СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ  
ФИЛЬТРАЦИИ БИОМЕДИЦИНСКИХ  
ИЗОБРАЖЕНИЙ ОТ ШУМОВ**

**АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТРСКОЙ РАБОТЫ**

Студентки 4 курса 461 группы

направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

код и наименование направления

факультета нано- и биомедицинских технологий

наименование факультета

Каныгиной Антонины Александровны

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

ассистент, к.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

В.С. Хорев

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой:

д.ф.-м.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

Е.П. Селезнев

инициалы, фамилия

Саратов 2016 г.

*Введение* Очистка от шума является одной из основных задач цифровой обработки изображений. Изображение в математическом представлении - это двумерный сигнал, несущий в себе большое количество информации. Любой практический сигнал содержит не только полезную информацию, но и следы некоторых посторонних воздействий (помехи или шума).

До последнего времени в цифровой обработке сигналов (изображений) в основном использовались методы линейной фильтрации, что связано с наличием подходящего математического аппарата, простотой интерпретации и расчета линейных фильтров. Эти методы стали уже классическими и активно используются в системах связи, радио- и гидролокации, для анализа и синтеза речи, в системах обработки изображений, компьютерной томографии и др. В то же время использование методов линейной фильтрации не позволяет получить приемлемое решение в ряде практически важных приложений.

С целью расширения спектра задач, решаемых средствами цифровой обработки сигналов (изображений), и преодоления ограничений, присущих методам линейной фильтрации, в настоящее время активно внедряются методы нелинейной фильтрации.

К новым направлениям нелинейных фильтров относится цифровая фильтрация на основе ранговой статистики. Это: медианные фильтры, адаптивные медианные фильтры и фильтры на основе курвлет-преобразований.

Актуальность темы: на данный момент времени очистка сигналов или изображений от шума имеет множество различных применений в материаловедении, космология и просто в быту (например, при съемке объектов на фотоаппарат в неправильном режиме появляется зашумленность). Возникновение шума обусловлено многочисленными факторами: тепловыми эффектами, сбоем детектора, взаимодействиями между электронными компонентами системы формирования изображения, ошибками дискретизации, ошибками передачи и т.п. Для более достоверных

результатов нужны качественные материалы и изображения, из-за этого в настоящее время проблеме очистки изображений от шумов и выбору оптимального метода фильтрации уделяется большое внимание в цифровой обработке изображений.

Цель исследования: сравнить результаты применения различных нелинейных методов для очистки изображений от шумов и оценить их применимость к биомедицине.

Задачи исследования: Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Провести литературный обзор по популярным нелинейным методам для очистки изображений от шумов.
2. Реализовать программы для выбранных методов на языке программирования высокого уровня.
3. Сравнить и проанализировать результаты фильтрации выбранных методов,
4. Оценить возможность применения выбранных методов для очистки биомедицинских изображений от шумов.

Структура и объем работы По своей структуре работа состоит из введения, глав, заключения и списка использованных источников. Работа изложена на страницах машинописного текста, содержит рисунка, таблиц и списка литературы из наименований.

#### Основное содержание работы

*Во введении* обосновывается актуальность выбранной темы и решаемых задач, формулируется цель исследования, определяется научная новизна и практическая ценность результатов.

*В первой главе* дается характеристика основным видам шумов, появляющихся на изображениях. Описываются достоинства и недостатки

каждого из 3 видов фильтров: медианный, адаптивный медианный и фильтр на основе курвлет-преобразования.

Изображения в процессе формирования их системами (фотографическими, голографическими, телевизионными) обычно подвергаются воздействию различных случайных помех или шумов. Фундаментальной проблемой в области обработки изображений является эффективное удаление шума при сохранении важных для последующего распознавания деталей изображения. В отличие от детерминированных искажений, которые описываются функциональными преобразованиями исходного изображения, для описания случайных воздействий используют модели аддитивного, импульсного и мультипликативного шумов.

Наиболее распространенным видом помех является случайный аддитивный шум, статистически независимый от сигнала. Модель аддитивного шума хорошо описывает действие зернистости фотопленки, флуктуационный шум в радиотехнических системах, шум квантования в аналого-цифровых преобразователях и т.п.

Аддитивный гауссов шум характеризуется добавлением к каждому пикселю изображения значений с нормальным распределением и с нулевым средним значением. Такой шум обычно появляется на этапе формирования цифровых изображений

Импульсный шум характеризуется заменой части пикселей на изображении значениями фиксированной или случайной величины. На изображении такие помехи выглядят изолированными контрастными точками. Импульсный шум характерен для устройств ввода изображений с телевизионной камеры, систем передачи изображений по радиоканалам, а также для цифровых систем передачи и хранения изображений.

Медианный фильтр представляет собой оконный фильтр, последовательно скользящий по массиву сигнала, и возвращающий на каждом шаге один из элементов, попавших в окно (апертуру) фильтра. Выходной сигнал  $y_k$  скользящего медианного фильтра шириной  $2n + 1$  для текущего отсчета  $k$  формируется из входного временного ряда  $\dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots$  в соответствии с формулой:

$$y_k = \text{med}(x_{k-n}, x_{k-n+1}, \dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots, x_{k+n-1}, x_{k+n}), \quad (1)$$

Где  $\text{med}(x_1, \dots, x_m, \dots, x_{2n+1}) = x_{n+1}$ ;  $x_m$  – элементы вариационного ряда, т.е. ранжированные в порядке возрастания значений  $x_m$  :

$$x_1 = \min(x_1, x_2, \dots, x_{2n+1}) \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_{2n+1} = \max(x_1, x_2, \dots, x_{2n+1}).$$

(2)

Достоинства медианных фильтров:

- Простая структура фильтра, как для аппаратной, так и для программной реализации.
- Фильтр не изменяет ступенчатые и пилообразные функции.
- Фильтр хорошо подавляет одиночные импульсные помехи и случайные шумовые выбросы отсчетов.

Недостатки медианных фильтров:

- Фильтр вызывает уплощение вершин треугольных функций.
- Подавление белого шума менее эффективно, чем у линейных фильтров.
- Слабая эффективность наблюдается также при фильтрации флюктуационного шума.

В адаптивных фильтрах большие апертуры используются в монотонных областях обрабатываемого сигнала (лучшее подавление шумов), а малые – вблизи неоднородностей, сохраняя их особенности, при этом размер скользящего окна фильтра устанавливается в зависимости от распределения яркости пикселей в маске фильтра. В их основе лежит, как правило, анализ яркости окрестностей центральной точки маски фильтра.

В каждом текущем положении маски на изображении итерационный процесс начинается с апертуры минимального размера. Величины отклонения яркости соседних пикселей  $A(r, n)$ , попавших в окно размером  $(n \times n)$ , относительно яркости центрального отсчета  $A(r)$  вычисляются по формуле:

$$Sn(r) = |A(r, n) / A(r) - 1| \quad (3)$$

Критерий, согласно которому производится увеличение размера маски с центральным отсчетом  $r$  и выполняется следующая итерация, имеет вид:

$$\max [Sn(r)] < S_{порог} \quad (4)$$

Курвлет-преобразование представляет собой анизотропное многомерное преобразование, которое локализовано в окне, размеры которого подчиняются приблизительной параболической зависимости “длина<sup>2</sup> ~ ширина“ [N].

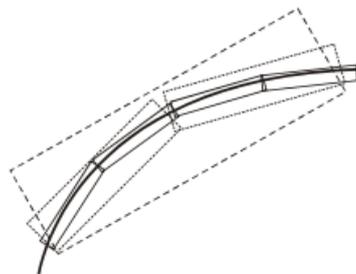


Рис. 1. Иллюстрация последовательного уточнения кривой, разделяющей две гладкие области с использованием базиса курвлет-функций

Курвлет-преобразование основано на применении кратномасштабного риджлет-преобразования к изображениям, восстановленным по отдельным частотным полосам, полученным в результате субполосной фильтрации исходного изображения.

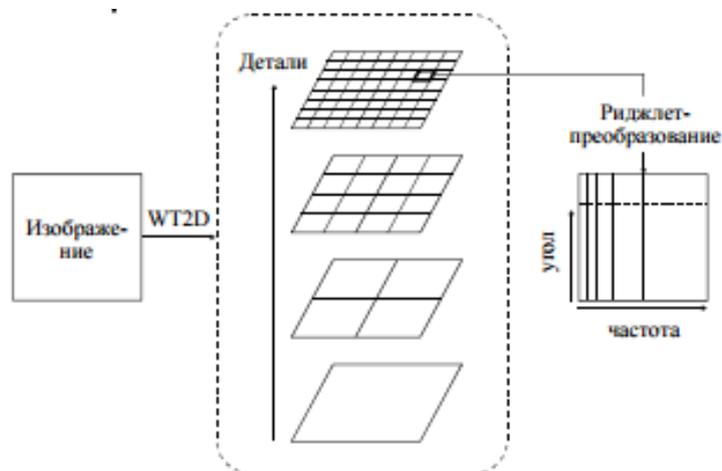


Рис. 2 Схема курвлет-преобразования

Во второй главе представлены результаты, полученные в ходе проведения экспериментов.

Обработка биомедицинского изображения, размером  $512 \times 512$

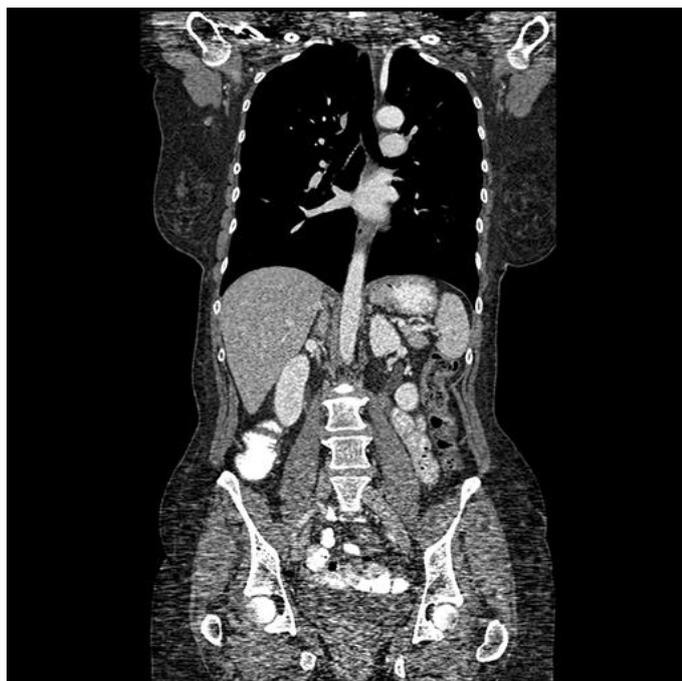


Рис.3. Исходное биомедицинское изображение размером 512×512пикселей



Рис.4. Изображение, обработанное медианным фильтром



Рис.5. Изображение, обработанное адаптивным медианным фильтром



Рис.6. Изображение, обработанное методом курвлет-преобразований.

Сравнивая полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

1. Медианный фильтр не до конца справился с задачей очистки от шума. Видно, что шум, присутствующий на изображении, не исчез, а просто замазался. Так же, потерялась часть данных со снимка, расположенных в грудной клетке.
2. Адаптивный медианный фильтр тоже замазал шум на изображении, однако, при обработке данным методом не произошло искажение представления данных, которое заметно у обычного медианного фильтра.
3. Метод курвлет-преобразований очень хорошо очистил изображение от шума. При этом не наблюдается искажение или замазывание изображения.

Сравним выбранные методы по времени реализации программы.

№	Метод	Среднее время работы, с
1	Метод медианной фильтрации	28
2	Метод адаптивной медианной фильтрации	30
3	Метод курвлет-преобразований	87

Таблица 1. Среднее время работы программы для изображений размером 256×256

№	Метод	Среднее время работы, с
1	Метод медианной фильтрации	34
2	Метод адаптивной медианной фильтрации	37
3	Метод курвлет-преобразований	145

Таблица 2. Среднее время работы программы для изображений 512×512

Из приведенных таблиц 1 и таблицы 2 можно заметить, что независимо от размера изображения метод медианной фильтрации работает быстрее других предложенных методов. Метод адаптивной медианной фильтрации хоть и работает немного медленнее, однако время сопоставимо со значениями обычного медианного фильтра. Метод курвлет-преобразований оказался самым медленным по времени расчета и получении конечных данных, стоит отметить, что время работы программы резко возрастает с увеличением размера изображения.

Заключение В ходе работы были реализованы программы по известным алгоритмам на языке программирования высоко уровня, такие как:

- 1) Метод медианной фильтрации
- 2) Метод адаптивной медианной фильтрации
- 3) Метод курвлет-преобразований
- 4) Программа по расчету пикового отношения сигнал/шум для сравнения двух изображений между собой

У каждого из выбранных нелинейных методов для очистки изображений от шумов, исходя из полученных данных, можно выделить положительные и отрицательные моменты.

- Медианная фильтрация

#### Плюсы метода:

Несомненными плюсами являются быстрота выполнения фильтрации и простота реализации алгоритма. Время работы программы слабо зависит от размера изображения, значит данный метод будет одинаково удобно применять как к очень большим по размеру изображения, так и к совсем маленьким.

#### Минусы метода:

Недостатками являются достаточно плохое воспроизведение изображения после фильтрации, замазывание контуров и мелких деталей изображения даже при небольшом количестве шума, слабую чувствительность метода к особенностям распределения яркости пикселей на изображении, особенно если нет четкого разделения между темными и светлыми участками.

- Адаптивная медианная фильтрация

#### Плюсы метода:

К положительным моментам можно отнести относительно небольшую зависимость времени работы фильтра от размера обрабатываемого изображения, достаточно хорошую чувствительность метода к особенностям распределения яркости, хорошую степень воспроизводимости зашумленного по отношению к эталонному.

#### Минусы метода: